

Helsinki 26.2.2004

# BEST AVAILABLE COPY

ETUOIKEUSTODISTUS  
PRIORITY DOCUMENT

REC'D 10 MAR 2004

WIPO

PCT



Hakija  
Applicant

Cadfaster Oy  
Oulu

Patenttihakemus nro  
Patent application no

20030075

Tekemispäivä  
Filing date

17.01.2003

Kansainvälinen luokka  
International class

G06F

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

Keksinnön nimitys  
Title of invention

"Menetelmä, laite ja tietokoneohjelma tietokoneavusteisen polygonimallin prosessointiin"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä Patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.

*Marketta Tenhikoski*  
Marketta Tenhikoski  
Apulaistarkastaja

Maksu 50 €  
Fee 50 EUR

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1027/2001 Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No. 1027/2001 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and Registration of Finland.

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500 Telefax: 09 6939 5328  
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500 Telefax: + 358 9 6939 5328  
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

## **Menetelmä, laite ja tietokoneohjelma tietokoneavusteisen polygonimallin prosessointiin**

### **Ala**

Keksinnön kohteina ovat menetelmä tietokoneavusteisen polygonimallin prosessointiin, laite tietokoneavusteisen polygonimallin prosessointiin, ja tietokoneohjelma polygonimallin prosessointiin.

### **Tausta**

Tietokoneavusteinen grafiikka edellyttää käytettäviltä laitteilta mittavia laskenta- ja muistiresursseja. Eräs tapa vähentää mainittujen resurssien tarvetta on hyödyntää graafisissa esityksissä erilaisia polygonimalleja, joissa graafisia rakennekokonaisuuksia generoidaan kuvaelementtien avulla. Kuvaelementit voivat olla esimerkiksi kolmioita.

Tunnetun tekniikan mukaisissa tietokonesovelluksissa polygonimalli muodostetaan ääripistetietorakenne, joka voi olla esimerkiksi tai taulukko-, puu- tai listarakenteinen, joka ääripistetietorakenne sisältää polygonimallin kuvaelementtien ääripisteet. Lisäksi muodostetaan indeksitietorakenne, joka voi olla taulukko-, puu- tai listarakenteinen, jonka indeksitietorakenteen alkiot liittävät ääripistetietorakenteen sisältämät ääripisteet polygonimallin kuvaelementteihin. Polygonimallia joudutaan kuitenkin modifioimaan esimerkiksi rajallisista tietokoneresursseista johtuen. Modifioinnissa polygonimallista poistetaan tai polygonimalliin lisätään kuvaelementtejä. Tunnetussa tekniikassa polygonimallin modifiointi toteutetaan muuttamalla polygonimallin graafisesti esitettävien kuvaelementtien lukumäärää järjestelemällä uudelleen ääripistetietorakenteen alkioita siten, että vain halutut ääripistetietorakenteen alkiot esitetään graafisesti.

Tunnetun tekniikan mukaisissa ratkaisuissa epäkohtina ovat ääripistetietorakenteen käsittelyn raskaus erityisesti graafisen informaation piirtovaiheessa. Tämä aiheuttaa teknisen pullonkaulan graafisen informaation käsittelyn nopeudessa ja rajoittaa käsiteltävän graafisen informaation kokoa.

### **30 Lyhyt selostus**

Keksinnön tavoitteena on toteuttaa parannettu menetelmä tietokoneavusteisen polygonimallin prosessointiin, parannettu laite tietokoneavusteisen polygonimallin prosessointiin, ja parannettu tietokoneohjelma polygonimallin prosessointiin.

Keksinnön erään puolena esitetään menetelmä tietokoneavusteisen polygonimallin prosessointiin. Menetelmässä muodostetaan lineaarinen ääripistetaulukko, joka on staattinen, ja joka sisältää polygonimallin kuvaelementtien ääripisteet; muodostetaan lineaarinen indeksitaulukko, jonka alkiot määrittelevät polygonimallin kuvaelementit osoittamalla kunkin kuvaelementin ääripisteisiin, ja joka lineaarinen indeksitaulukko käsittää aktiivisen osan, jonka alkioiden määrittämät kuvaelementit sisältyvät polygonimallin graafisesti esitettävään osaan; ja modifioidaan indeksitaulukon aktiivista osaa polygonimallin graafisesti esitettävään osaan sisältyvien kuvaelementtien muuttamiseksi indeksitaulukon lineaarisuus säilyttäen.

Keksinnön erään puolena esitetään laite tietokoneavusteisen polygonimallin prosessointiin. Laite käsittää lineaarisen ääripistetaulukon, joka on staattinen, ja joka sisältää polygonimallin kuvaelementtien ääripisteet; lineaarisen indeksitaulukon, jonka alkiot määrittelevät polygonimallin kuvaelementit osoittamalla kunkin kuvaelementin ääripisteisiin, ja joka lineaarinen indeksitaulukko käsittää aktiivisen osan, jonka alkioiden määrittämät kuvaelementit sisältyvät polygonimallin graafisesti esitettävään osaan; ja modifiointiyksikön modifioida indeksitaulukon aktiivista osaa polygonimallin graafisesti esitettävään osaan sisältyvien kuvaelementtien muuttamiseksi lineaarisen indeksitaulukon lineaarisuus säilyttäen.

Keksinnön erään puolena esitetään tietokoneohjelma polygonimallin prosessointiin. Tietokoneohjelma käsittää lineaarisen ääripistetaulukon, joka on staattinen, ja joka sisältää polygonimallin kuvaelementtien ääripisteet; lineaarisen indeksitaulukon, jonka alkiot määrittelevät polygonimallin kuvaelementit osoittamalla kunkin kuvaelementin ääripisteisiin, ja joka lineaarinen indeksitaulukko käsittää aktiivisen osan, jonka alkioiden määrittämät kuvaelementit sisältyvät polygonimallin graafisesti esitettävään osaan; ja tietokoneella suoritettavat komennot modifioida indeksitaulukon aktiivista osaa polygonimallin graafisesti esitettävään osaan sisältyvien kuvaelementtien muuttamiseksi lineaarisen indeksitaulukon lineaarisuus säilyttäen.

Keksinnön edullisia suoritusmuotoja kuvataan epäitsenäisissä patenttivaatimuksissa.

Keksintö perustuu siihen, että polygonimallin graafisesti esitettävää osaa muokataan modifioimalla lineaarista indeksitaulukkoa lineaarisen ääripistetaulukon pysyessä muuttumattomana ja lineaarisen indeksitaulukon säilyessä lineaarisena.

Keksinnön mukaisella menettelyllä saavutetaan useita etuja. Menettelyllä polygonimallin graafisesti esitettävän osan kokoa voidaan muuttaa hyvin nopeasti vastaamaan laitteistovaatimuksia. Lineaarinen indeksitaulukko ja lineaarinen ääripistetaulukko käytettyinä tietorakenteina mahdollistavat polygonimallin tehokkaan esitysmuodon, johon kohdistuvat muokkaukset ja graafin esittäminen voidaan suorittaa tehokkaasti.

### Kuvioluettelo

Keksintöä selostetaan nyt lähemmin edullisten suoritusmuotojen yhteydessä, viitaten oheisiin piirroksiin, joissa

10        kuvio 1A esittää esitetyn ratkaisun erään suoritusmuodon mukaisen polygonimallin,

          kuvio 1B esittää esitetyn ratkaisun erään toisen suoritusmuodon mukaisen polygonimallin,

          kuvio 2 esittää esitetyn ratkaisun erään suoritusmuodon mukaisen

15        tietorakenteen,

          kuvio 3 on vuokaavio, joka havainnollistaa esitetyn ratkaisun suoritusmuotoja, ja

          kuvio 4 on yksinkertainen lohkoavio, joka havainnollistaa esitetyn ratkaisun erään suoritusmuodon mukaista laitetta.

### 20 Suoritusmuotojen kuvaus

Viitaten kuvioon 1A tarkastellaan esitetyn ratkaisun mukaisen erään suoritusmuodon mukaista polygonimallia 100A. Esitetyssä esimerkissä tarkastellaan kaksiulotteista polygonimallia 100A, jonka kuvaelementit 130A-142A ovat kolmioita. Polygonimalli on kokoelma kuvaelementtejä, joiden avulla esitetään haluttu graafinen objekti kuten esimerkiksi geometrinen kuvio. Esitetty

25        ratkaisu ei kuitenkaan rajoitu kaksiulotteiseen polygonimalliin, vaan kyseessä voi olla myös useampiulotteinen polygonimalli.

Polygonimallin 100A kuvaelementit 130A, 132A, 134A, 136A, 138A, 140A, 142A määräytyvät ääripisteistä 110A, 112A, 114A, 116A, 118A, 120A,

30        122A yhdistettäessä ääripisteet 110A-122A halutulla tavalla. Kukin ääripiste 110A-122A voi toimia ääripisteenä useammalle kuin yhdelle kuvaelementille 130A-142A. Ääripiste tunnetaan myös nimellä vertex, ja ääripistetaulukko nimellä vertex-taulukko.

Kuviossa 1B esitetään kuvion 1A polygonimallin graafinen esitys

35        100B polygonimallin 100A graafisesti esitettävän osan kuvaelementtien modi-

fioinnin jälkeen. Polygonimallin ääripisteet 110A-122A ovat pysyneet muuttumattomina modifioinnissa, mutta ääripisteiden 110A-122A kytkeytyneisyysinformaatio on muuttunut siten, että ääripistettä 122A ei kuviossa 1B liitetä mihinkään kuvaelementtiin. Modifikaation seurauksena polygonimallin graafisesti esitettävästä osasta häviää kaksi kolmiota, ja kolmiot 130A, 132A, 138A ja 142A korvautuvat kolmioilla 130B, 132B, ja 138B. Tällöin polygonimallin 100A ääripisteeseen 122A liittyvä särmä 120A-122A on romahtanut, ja särmän romahtamisessa muodostunut aukko on täytetty muuttamalla polygonimallin kytkeytyneisyysinformaatiota. Modifikaation tuloksena polygonimallin yksityiskohtaisuus on muuttunut, mutta visuaalinen ulkoasu säilynyt tunnistettavana. Vastaavalla tavalla poistamalla tai lisäämällä ääripisteitä polygonimallin esitettävästä osasta ja muuttamalla ääripisteiden kytkeytyneisyysinformaatiota polygonimallin graafista ilmentymää voidaan yksityiskohtaistaa tai karkeistaa.

Kuviossa 3 esitetään esitetyn ratkaisun mukaisen menetelmän suoritusmuotoja vuokaavion avulla. Menetelmä aloitetaan 300:ssa ja lopetetaan 390:ssa.

Esitetyssä ratkaisussa polygonimalli saadaan aikaan siten, että muodostetaan 310:ssa lineaarinen ääripistetaulukko, joka on staattinen, ja joka sisältää polygonimallin kuvaelementtien ääripisteet. Lisäksi muodostetaan 320:ssa lineaarinen indeksitaulukko, jonka alkiot määrittelevät polygonimallin kuvaelementit osoittamalla kunkin kuvaelementin ääripisteisiin, ja joka lineaarinen indeksitaulukko käsittää aktiivisen osan, jonka alkioden määrittämät kuvaelementit sisältyvät polygonimallin graafisesti esitettävään osaan. Polygonimallin graafisesti esitettävä osa määrää polygonimallin visuaalisen ulkoasun. Polygonimallin käyttämä kuvainformaatio on alunperin muodostettu esimerkiksi jossakin grafiikkasovelluksessa.

Kuviossa 2 tarkastellaan esimerkkiä lineaarisesta ääripistetaulukosta 202, joka sisältää kolmiulotteisen polygonimallin kuvaelementtien ääripisteet 210, 220, 230 ja 240. Kukin ääripiste 210, 220, 230 ja 240 muodostuu peräkkäin keskenään ennalta tunnettuun järjestykseen sijoitetusta x-, y- ja z-ääripistekoordinaatista, jolloin kunkin ääripisteen 210, 220, 230, 240 osoittamiseksi riittää tieto kyseisen ääripisteen 210, 220, 230, 240 yhden ääripistekoordinaatin sijainnista lineaarisessa ääripistetaulukossa 202. Esimerkiksi ääripisteen 210 ääripistekoordinaatit ovat 212, 214 ja 216. Ääripisteet 210, 220, 230 ja 240 voivat sijaita keskenään missä tahansa kohtaa lineaarista ääripistetaulukkoa 202, kunhan ääripisteiden 210, 220, 230, 240 sijainti on tiedossa.

Eräässä suoritusmuodossa lineaarisen ääripistetaulukon 202 alkiot ovat liukulukuja. Ääripisteiden lukumäärä 210, 220, 230, 240 riippuu polygonimallin koosta ja käytettävästä tietokoneen muistikapasiteetista.

Esitetyssä ratkaisussa lineaarinen ääripistetaulukko 202 on staattinen. Lineaarisen ääripistetaulukon 202 lineaarisuus tarkoittaa tässä yhteydessä sitä, että ääripistetaulukko 202 on yksiulotteinen taulukko, jonka alkiot muodostavat katkeamattoman tietorakenteen muistiavaruudessa. Lineaarisen ääripistetaulukon 202 staattisuus tarkoittaa tässä yhteydessä sitä, että lineaarinen ääripistetaulukko 202 pysyy muuttumattomana kutakin polygonimallia prosessoitaessa. Täten lineaarisen ääripistetaulukon 202 kunkin ääripisteen 210, 220, 230, 240 ääripistekoordinaatin muistiosoitus säilyy muuttumattomana.

Kuviossa 2 esitetään esimerkki lineaarisesta indeksitaulukosta 260, jonka sisältämät alkiot 262, 264, 266, 268, 270, 272, 274 määrittelevät polygonimallin kuvaelementit. Kukin indeksitaulukon 260 alkio 262-274 osoittaa johonkin lineaarisen ääripistetaulukon 202 ääripisteeseen 210, 220, 230, 240 siten, että kyseiseen lineaarisen indeksitaulukon 260 alkioon assosioitavan kuvaelementin yksi särmä piirretään osoitetun ääripisteen 210, 220, 230, 240 kautta. Oletetaan esimerkiksi, että kolmion muotoinen kuvaelementti määrytyy ääripisteistä 210, 230 ja 240. Tällöin lineaarisessa indeksitaulukossa 260 on kolme viitettä lineaariseen ääripistetaulukkoon 202, ja kuvaelementti määritellään lineaarisen indeksitaulukon 260 avulla siten, että esimerkiksi lineaarisen indeksitaulukon 260 alkio 262 osoittaa lineaarisen ääripistetaulukon 202 muistipaikkaan, joka sisältää ääripisteen 210 koordinaatit 212, 214 ja 216. Vastaavasti esimerkiksi lineaarisen indeksitaulukon 260 alkio 264 osoittaa lineaarisen ääripistetaulukon 202 muistipaikkaan, joka palauttaa ääripisteen 220 koordinaatit 222, 224 ja 226. Lisäksi esimerkiksi lineaarisen indeksitaulukon 260 alkio 266 osoittaa lineaarisen ääripistetaulukon 202 muistipaikkaan, joka palauttaa ääripisteen 230 koordinaatit 232, 234 ja 236. Eräässä suoritusmuodossa saman kuvaelementin määrittävät lineaarisen indeksitaulukon 260 alkiot ovat perättäin lineaarisessa indeksitaulukossa 260. Lineaarisen indeksitaulukon 260 alkiot ovat kokonaislukumuuttujia.

Polygonimalli voidaan esittää muodossa  $(n_v, V, n_i, I)$ , missä taulukko  $V$  on lineaarinen ääripistetaulukko,  $I$  on lineaarinen indeksitaulukko, indeksi  $n_i$  on indeksien lukumäärä indeksitaulukossa, ja indeksi  $n_v$  on ääripisteiden lukumäärä ääripistetaulukossa.

Esitetyssä ratkaisussa lineaarinen indeksitaulukko 260 käsittää aktiivisen osan 280, jonka alkioden 262-268 määrittämät kuvaelementit sisältyvät polygonimallin graafisesti esitettävään osaan. Polygonimallin graafisesti esitettävä osa käsittää ne kuvaelementit, jotka näytetään esimerkiksi tietokoneen graafisessa käyttöliittymässä tai välitetään esimerkiksi tietoverkossa muuhun tietokoneeseen.

Esitetyssä ratkaisussa indeksitaulukon aktiivista osaa 280 modifioidaan 350:ssa polygonimallin graafisesti esitettävään osaan sisältyvien kuvaelementtien muuttamiseksi lineaarisen indeksitaulukon 260 lineaarisuus säilyttään.

Viitaten kuvioon 4 tarkastellaan esitetyn ratkaisun mukaista laitetta tietokoneavusteisen polygonimallin prosessointiin. Laite käsittää lineaarisen ääripistetaulukon 410, lineaarisen indeksitaulukon 430 sekä modifiointiyksikön 450. Ääripistetaulukolla 410 on kuviossa 2 esitetyn lineaarisen ääripistetaulukon 202 ominaisuudet käsittäen ääripisteet 412, 414, jotka vastaavat kuviossa 2 esitettyjä ääripisteitä 210, 220, 230, 240. Lineaarinen indeksitaulukko 430 on kuviossa 2 esitetyn lineaarisen indeksitaulukon 260 kaltainen käsittäen alkiot 432, 434, 436, 438, jotka vastaavat kuvion 2 taulukossa esitettyjä alkioita 262-274. Lineaarinen indeksitaulukko 430 käsittää aktiivisen osan 440, joka määrittellään samalla tavalla kuin aktiivinen osa 280. Laitteen lineaarinen ääripistetaulukko 410 ja lineaarinen indeksitaulukko 430 voidaan toteuttaa esimerkiksi suorahakumuistin avulla tunnettuja tekniikoita hyväksikäyttäen. Vastaavasti tietokoneohjelmassa lineaarinen ääripistetaulukko 410 ja lineaarinen indeksitaulukko 430 voidaan toteuttaa määrittelemällä ohjelmakoodiin taulukot, jotka käyttävät tietokoneen muistilohkoja ajettaessa tietokoneohjelmaa.

Modifiointiyksikkö 450 on kytketty esimerkiksi muistiväylän 454 välityksellä lineaariseen indeksitaulukkoon 430 ja suorittaa indeksitaulukon 430 aktiivisen osan 440 modifioinnin polygonimallin graafisesti esitettävään osaan sisältyvien kuvaelementtien 130A-142A muuttamiseksi lineaarisen indeksitaulukon 430 lineaarisuus säilyttäen. Modifiointi voidaan suorittaa myös tietokoneella suoritettavalla komennolla modifioida indeksitaulukon 430 aktiivista osaa 440 polygonimallin graafisesti esitettävään osaan sisältyvien kuvaelementtien 130A, 142A muuttamiseksi lineaarisen indeksitaulukon 430 lineaarisuus säilyttäen.

Eräässä suoritusmuodossa polygonimallin graafisesti esitettävä osa esitetään 370:ssa graafisesti. Tällöin laite käsittää graafisen käyttöliittymän

460, joka on kytketty esimerkiksi muistiväylällä 458 lineaariseen indeksitauluk-  
 koon 430. Graafinen käyttöliittymä esittää polygonimallin graafisesti esitettävän  
 osan graafisesti. Graafinen esittäminen voidaan toteuttaa siten, että lineaari-  
 sen indeksitaulukon aktiivisen osan 440 alkioit syötetään graafisen käyttöliitty-  
 5 män grafiikkakortille, joka käyttää kyseisiä alkioita ääripistetaulukon 410 muis-  
 tipaikkojen osoittamiseen esimerkiksi muistiväylän 462 välityksellä. On myös  
 mahdollista, että graafinen käyttöliittymä on kytketty modifiointiyksikköön 450,  
 jonka välityksellä graafinen tieto välitetään lineaarisesta indeksitaulukosta 430  
 ja lineaarisesta ääripistetaulukosta 410 graafiseen käyttöliittymään 460. Graa-  
 10 fisen esityksen muodostaminen voidaan suorittaa myös tietokoneella suoritet-  
 tavalla komennolla.

Eräässä suoritusmuodossa lineaarisen indeksitaulukon 260 aktiivis-  
 ta osaa 280 modifioidaan 350:ssa korvaamalla lineaarisen indeksitaulukon 260  
 alkio 262-274 lineaarisen indeksitaulukon 260 muulla alkiolla 262-274. Tällöin  
 15 aktiivisen osan 280 sisällä tapahtuva korvaaminen ei muuta polygonimallin  
 graafisesti esitettävän osan kokoa, mutta ääripisteiden kytkeytyneisyysinfor-  
 maatio muuttuu, jolloin myös polygonimallin visuaalinen ulkoasu muuttuu. Kor-  
 vaaminen voidaan suorittaa modifiointiyksikössä 450 esimerkiksi tietokoneella  
 suoritettavalla komennolla.

20 Eräässä suoritusmuodossa lineaarinen ääripistetaulukko 202, 410  
 sisältää kunkin ääripisteen 210, 220, 230, 240, 432, 434, 436, 438 vain kerran.  
 Tällä menettelyllä lineaarisen ääripistetaulukon 202, 410 käyttämä muistiava-  
 ruus suhteessa lineaarisen ääripistetaulukon 202, 410 sisältämään informaati-  
 on voidaan optimoida.

25 Eräässä suoritusmuodossa lineaarinen indeksitaulukko 260 muo-  
 dostetaan 320:ssa siten, että lineaarinen indeksitaulukko 260 käsittää lisäksi  
 passiivisen osan 290, jonka alkioiden 270, 272, 274 määrittelemät kuvaele-  
 mentit kuuluvat polygonimallin graafisesti esitettävän osan ulkopuolelle, ja mo-  
 difioidaan 350:ssa indeksitaulukon aktiivista osaa 280 siirtämällä lineaarisen  
 30 indeksitaulukon 260 ainakin yksi alkio aktiivisen osan 280 ja passiivisen osan  
 290 välillä. Tällöin esimerkiksi ääripiste 210 voidaan jättää graafisen esityksen  
 ulkopuolelle siirtämällä ääripisteeseen 210 osoittava indeksitaulukon 260 alkio  
 262 lineaarisen indeksitaulukon 260 passiiviseen osaan 290. Lineaarisen in-  
 deksitaulukon 260 lineaarisuus voidaan säilyttää esimerkiksi järjestelemällä  
 35 uudelleen aktiivisen osan 280 alkioita 264, 266, 268 ja muuttamalla aktiivisen  
 osan 280 kokoa. Vastaavalla tavalla aktiivisen osan 280 kokoa voidaan kasvat-



taa siirtämällä alkioita passiivisesta osasta 290 aktiiviseen osaan 280. Tällöin polygonimallin visuaalinen ulkoasu mahdollisesti tarkentuu graafisesti esitettävien kuvaelementtien lisääntyessä.

Viitaten kuvioon tarkastellaan esimerkkiä kuvioiden 1A ja 1B esittämän tapauksen kaltaista tapausta, jossa polygonimallin graafisesti esitettävää osaa modifioidaan hävittämällä lineaarisen indeksitaulukon 260 alkioita aktiivisesta osasta 280 passiiviseen osaan 290. Oletetaan, että kuvion 1A ääripiste 122A määräytyy lineaarisen ääripistetaulukon 202 ääripisteestä 210. Tällöin ääripistekoordinaatit ovat 212, 214, 216, jotka osoitetaan lineaarisen indeksitaulukon alkiolla 262 kuvion 2 esittämällä tavalla. Ääripiste 122A hävitetään polygonimallin graafisesti esitettävästä osasta siirtämällä alkio 262 lineaarisen indeksitaulukon 260 loppuun. Tällöin alkio 262 on passiivisessa osassa 290, eikä kyseisen alkion osoittamaa ääripistettä 210, 122A piirretä. Lineaarisen indeksitaulukon 260 lineaarisuus säilytetään pienentämällä aktiivisen osan 280 kokoa yhdellä ja kasvattamalla passiivisen osan 290 kokoa yhdellä, ja täyttämällä syntynyt aukko, jonka alkion 262 siirtäminen jätti. Eräässä suoritussuodossa polygonimallin graafisesti esitettävää osaa modifioidaan siirtämällä kerralla kaikki samaa kuvaelementtiä määrittävät lineaarisen indeksitaulukon 260 alkiot aktiivisen osan 280 ja passiivisen osan välillä. Tällöin alkioiden 262, 264, 266 ryhmää siirretään ja paikataan edellä kuvatulla tavalla.

Laitteessa passiivisen osan 446 muodostaminen voidaan suorittaa modifiointiyksikössä 450 määrittämällä esimerkiksi tietokoneella suoritettavalla komennon indeksin tai indeksijoukon, jotka määrittävät passiivisen osan 446 muistiavaruuden. Lineaarisen indeksitaulukon 430 ainakin yhden alkion siirto aktiivisen osan 440 ja passiivisen osan 446 välillä voidaan suorittaa modifiointiyksikössä 450 siten, että modifiointiyksikkö 450 huolehtii tarvittavat muisti-  
paikkojen luku- ja kirjoitustoimenpiteet esimerkiksi tietokoneella suoritettavien komentojen avulla. Vastaavasti lineaarisen indeksitaulukon 430 lineaarisuus voidaan säilyttää modifiointiyksikköön 450 ohjelmoidun algoritmin avulla.

Eräässä suoritussuodossa aktiivinen osa 280 muodostuu muistiavaruuteen siten, että aktiivinen osa 280 muodostaa lineaarisen muistilohkon, jonka ensimmäinen ja viimeinen muistiosoite tunnetaan, ja passiivinen osa 290 muodostaa lineaarisen muistilohkon aktiivisen osan 280 perään siten, että lineaarinen indeksitaulukko 260 täyttää yhtenäisen muistiavaruuden. Tällöin polygonimallin graafisesti esitettävä osa voidaan poimia lineaarisesta indeksitaulukosta 280 tietämällä pelkästään aktiivisen osan 280 alku muistiavaruus-

dessa ja aktiivisen osan 280 koon määräävä indeksi. Mainittu ominaisuus nopeuttaa esimerkiksi tietokoneen näytönohjaimen toimintaa huomattavasti.

Eräässä suoritusmuodossa lineaarisen indeksitaulukon 260 modifiointi rekisteröidään 360:ssa siten, että lineaarinen indeksitaulukko 260 on palautettavissa modifiointia edeltäneeseen tilaan. Rekisteröintiä varten voidaan muodostaa muutostaulukko, johon lineaarisen indeksitaulukon 260 modifiointitalletetaan. Muutostaulukko voidaan esittää muodossa

$$S = [(i, f_a), (j, f_b), \dots, (k, f_c)], \quad (1)$$

missä indeksit  $i, j$  ja  $k$  viittaavat lineaarisen indeksitaulukon indekseihin, ja alkiot  $f_a, f_b$  ja  $f_c$  ovat muistipaikoista  $i, j$  ja  $k$  poistettuja alkioita. Jos esimerkiksi  $i=0$  ja  $f_a=5$ , on lineaarisen indeksitaulukon 260 ensimmäisen alkion alkuperäinen arvo ollut 5. Kuviossa 4 esitetään laitteen muutostaulukko 470, joka on kytketty modifiointiyksikköön 450 esimerkiksi muistiväylän 456 avulla. Muutostaulukko 470 käsittää alkiot 472-474, jotka vastaavat kaavan 1 pareja  $(i, f_a)$ . Muutostaulukko 470 voidaan muodostaa myös tietokoneohjelmalla, joka muodostaa käytettävän laitteen muistiavaruuteen muutostaulukkoa 470 vastaavan muistilohkon.

Eräässä suoritusmuodossa vastaanotetaan 330:ssa modifiointikomento modifioida lineaarisen indeksitaulukon 260 aktiivista osaa 280, ja muutetaan 340:ssa lineaarisen indeksitaulukon 260 aktiivisen osan 280 kokoa modifiointikomennon perusteella. Kuviossa 4 esitetään modifiointikomento 452, joka vastaanotetaan modifiointiyksikössä 450. Modifiointikomento 452 voidaan muodostaa esimerkiksi tietokoneen grafiikkakortilla.

Eräässä suoritusmuodossa vastaanotetaan 330:ssa modifiointikomento modifioida lineaarisen indeksitaulukon 260 aktiivista osaa 280, ja modifioidaan 350:ssa lineaarisen indeksitaulukon 260 aktiivista osaa 280 modifiointikomennon perusteella.

Mikäli modifiointikomentoa ei vastaanoteta, säilyy polygonimallin graafisesti esitettävä osa sellaisenaan, jolloin polygonimallin visuaalinen ulkoasu säilyy muuttumattomana. Jos modifiointikomento vastaanotetaan, voidaan kuviossa 3 esitettyjen lohkojen 340, 350, 360, 370, 380 mukaisia menetelmä-askeleita suorittaa.

Modifiointikomennon 452 mukaiset toimenpiteet suoritetaan modifiointiyksikössä 450 esimerkiksi tietokoneella suoritettavien komentojen avulla.

Eräässä suoritusmuodossa modifiointikomento käsittää tietorakenteen C, joka voidaan esittää muodossa

$$C = [n_i, T, n_s, S, v], \quad (1)$$

missä  $n_i$  on polygonimallin graafisesti esitettävästä osasta poistettavien polygonien määrä,  $T$  on polygonimallin graafisesti esitettävästä osasta poistettavien polygonien lista kokonaislukuindekseinä lineaariseen indeksilistaan 260,  $n_s$  on muutettavien indeksien määrä lineaarisessa indeksilistassa 260,  $S$  on kaavassa 1 esitetty muutostaulukko, ja  $v$  on indeksi, joksi muutostaulukon  $S$  alkiot muutetaan.

Modifiointikomennon tarkoitus on suorittaa polygonimallin graafisesti esitettävän osan modifiointi siten, että polygonimallin visuaalinen ilmentymä muuttuu halutulla tavalla. Polygonimallin graafisesti esitettävä osa määrää esimerkiksi tietokoneen grafiikalle asetetun kuorman, jota voidaan säätää modifioimalla polygonimallin graafisesti esitettävää osaa ja/tai kokoa. Esimerkiksi CAD-kuvien (CAD, Computer Aided Design) transformaatiossa, kuten rotaatioissa, ääripistetaulukon ääripisteisiin kohdistetaan matemaattisia operaatioita, jotka voivat muodostua laskennallisesti hyvin raskaaksi suurten polygonimallien tapauksessa. Tällöin polygonimallin graafisesti esitettävän osan kuvaelementtejä täytyy poistaa, jolloin polygonimallin visuaalisen ilmentymän tarkkuus heikkenee.

Modifioitavat kuvaelementit määräytyvät käytettävästä virhemetriikasta, joka valitsee modifioitavat kuvaelementit käyttäen kyseiselle virhemetriikalle karakteristisia kriteereitä. Yleisessä tapauksessa virhemetriikka arvioi kuvaelementtien merkityksen polygonimallin graafisesti esitettävän osan graafiselle ulkoasulle, ja määrittää kaavassa 2 esitetyn tietorakenteen  $C$ , joka sisältää lineaariseen indeksitaulukkoon 260 kohdistettaviin muutoksiin liittyvän tiedon. Virhemetriikkaa sinänsä on oma tieteensä, joten siihen ei tässä yhteydessä syvennyttä tarkemmin. Virhemetriikkaa on käsitelty yksityiskohtaisemmin esimerkiksi julkaisussa: M. Garland ja Paul Heckbert: "Surface Simplification Using Quadratic Error Metrics" In Proceedings of SIGGRAPH 97.

Esitetyn ratkaisun mukaista menetelmää eri suoritusmuotoineen voidaan toistaa kunnes päätös 380:ssa prosessoinnin jatkamisesta tai keskeyttämisestä on tehty.

Kuviossa 3 esitetty laite tietokoneavusteisen polygonimallin prosessointiin voidaan toteuttaa osana esimerkiksi tietokoneen näytönohjainta, digitaalisen television näytönohjainta tai radiojärjestelmän päätelaitteen näytönohjainta. Edellä mainituissa näytönohjaimissa voidaan ajatella olevan digitaalinen tietokone, joka sisältää seuraavat pääosat: keskusyksikkö (CPU, Central

Processing Unit) ja työmuisti (Working Memory). Keskusyksikkö käsittää kolme pääosaa: rekisterit, aritmeettisloogisen yksikön, ja kontrolloivayksikön. Prosessoinnissa tarvittavat tietorakenteet ja ohjelmistot voidaan toteuttaa erilaisilla ohjelmointikielillä. Konfigurointi voidaan toteuttaa ohjelmoimalla, eli laatimalla

5 tarvittavan toiminnallisuuden sisältävät ohjelmistot ja tietorakenteet, mutta myös puhtaat laitteistototeutukset esimerkiksi integroiduilla piireillä ovat mahdollisia. Myös sekakäyttö on mahdollista, jossa tietyt toiminnallisuudet toteutetaan laitetoteutuksena ja osa ohjelmistototeutuksena. Alan ammattilainen huomioi toteutustavan valinnassa esimerkiksi laitteen koolle, hinnalle, ja muille

10 tekijöille asetetut kriteerit.

Keksinnön mukaista tietokoneohjelmaa voidaan taltioida ja siirtää käyttäen erilaisia siirtovälineitä ja massamuisteja. Tällaisia ovat esimerkiksi internet, kiintolevyt, optiset tallennelevyt kuten CD (Compact Disc), muistikortit ja magneettinauhut.

15 Vaikka keksintöä on edellä selostettu viitaten oheisten piirustusten mukaiseen esimerkkiin, on selvää, ettei keksintö ole rajoittunut siihen, vaan sitä voidaan muunnella monin tavoin oheisten patenttivaatimusten puitteissa.

**Patenttivaatimukset**

1. Menetelmä tietokoneavusteisen polygonimallin prosessointiin, tunnettu siitä, että:

5 muodostetaan (310) lineaarinen ääripistetaulukko, joka on staattinen, ja joka sisältää polygonimallin kuvaelementtien ääripisteet;

muodostetaan (320) lineaarinen indeksitaulukko, jonka alkiot määrittelevät polygonimallin kuvaelementit osoittamalla kunkin kuvaelementin ääripisteisiin, ja joka lineaarinen indeksitaulukko käsittää aktiivisen osan, jonka alkioden määrittämät kuvaelementit sisältyvät polygonimallin graafisesti esitet-

10 tävään osaan; ja

modifioidaan (350) indeksitaulukon aktiivista osaa polygonimallin graafisesti esitettävään osaan sisältyvien kuvaelementtien muuttamiseksi indeksitaulukon lineaarisuus säilyttäen.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että esitetään (370) polygonimallin graafisesti esitettävä osa graafisesti.

15

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että modifioidaan (350) lineaarisen indeksitaulukon aktiivista osaa korvaamalla lineaarisen indeksitaulukon alkio lineaarisen indeksitaulukon muulla alkiolla.

4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että muodostetaan (310) lineaarinen ääripistetaulukko siten että, kukin ääripiste esiintyy lineaarisessa ääripistetaulukossa vain kerran.

20

5. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että muodostetaan (320) lineaarinen indeksitaulukko siten että, lineaarinen indeksitaulukko käsittää lisäksi passiivisen osan, jonka alkioden määrittelemät kuvaelementit kuuluvat polygonimallin graafisesti esitettävän osan ulkopuolelle; ja

25

modifioidaan (350) lineaarisen indeksitaulukon aktiivista osaa siirtämällä lineaarisen indeksitaulukon ainakin yksi alkio aktiivisen osan ja passiivisen osan välillä.

30 6. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että rekisteröidään (360) lineaarisen indeksitaulukon modifiointi siten, että lineaarinen indeksitaulukko on palautettavissa modifiointia edeltäneeseen tilaan.

7. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että vastaanotetaan (330) modifiointikomento modifioida lineaarisen indeksitaulukon aktiivista osaa; ja

35

muutetaan (340) lineaarisen indeksitaulukon aktiivisen osan kokoa modifiointikomennon perusteella.

8. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että vastaanotetaan (330) modifiointikomento modifioida lineaarisen indeksitaulukon aktiivista osaa; ja

modifioidaan (350) lineaarisen indeksitaulukon aktiivista osaa modifiointikomennon perusteella.

9. Laite tietokoneavusteisen polygonimallin prosessointiin, tunnettu siitä, että laite käsittää:

10 lineaarisen ääripistetaulukon (410), joka on staattinen, ja joka sisältää polygonimallin kuvaelementtien ääripisteet (110A-122A);

lineaarisen indeksitaulukon (430), jonka alkiot (432-438) määrittelevät polygonimallin kuvaelementit (130A-142A) osoittamalla kunkin kuvaelementin (130A-142A) ääripisteisiin (110A-122A), ja joka lineaarinen indeksitaulukko (430) käsittää aktiivisen osan (440), jonka alkioden (432, 434) määrittämät kuvaelementit sisältyvät polygonimallin graafisesti esitettävään osaan; ja

20 modifiointiyksikön (450) modifioida indeksitaulukon (430) aktiivista osaa (440) polygonimallin graafisesti esitettävään osaan sisältyvien kuvaelementtien (130A-142A) muuttamiseksi lineaarisen indeksitaulukon (430) lineaarisuus säilyttäen.

10. Patenttivaatimuksen 9 mukainen laite, tunnettu siitä, että laite käsittää lisäksi graafisen käyttöliittymän (460) esittää polygonimallin graafisesti esitettävä osa graafisesti.

25 11. Patenttivaatimuksen 9 mukainen laite, tunnettu siitä, että modifiointiyksikkö (450) on konfiguroitu korvaamaan lineaarisen indeksitaulukon (430) alkio (432, 436) lineaarisen indeksitaulukon (430) muulla alkiolla (434, 438).

30 12. Patenttivaatimuksen 9 mukainen laite, tunnettu siitä, että lineaarinen ääripistetaulukko (410) sisältää kunkin ääripisteen (110A-122A) vain kerran.

13. Patenttivaatimuksen 9 mukainen laite, tunnettu siitä, että lineaarinen indeksitaulukko (430) käsittää lisäksi passiivisen osan (446), jonka alkioden (436, 438) määrittelemät kuvaelementit kuuluvat polygonimallin graafisesti esitettävän osan ulkopuolelle; ja

modifiointiyksikkö (450) on konfiguroitu siirtämään lineaarisen indeksitaulukon (430) ainakin yksi alkio (432-438) aktiivisen osan (440) ja passiivisen osan (446) välillä.

14. Patenttivaatimuksen 9 mukainen laite, tunnettu siitä, että laite käsittää lisäksi muutostaulukon (470) rekisteröidä lineaariseen indeksitaulukon (430) modifiointi siten, että lineaarinen indeksitaulukko (430) on palautettavissa modifiointia edeltäneeseen tilaan.

15. Patenttivaatimuksen 9 mukainen laite, tunnettu siitä, että modifiointiyksikköyksikkö (450) on konfiguroitu vastaanottamaan modifiointikomento (452) modifioida lineaarisen indeksitaulukon (430) aktiivista osaa (440); ja

modifiointiyksikköyksikkö (450) on konfiguroitu muuttamaan lineaarisen indeksitaulukon (430) aktiivisen osan (440) kokoa modifiointikomennon (452) perusteella.

16. Patenttivaatimuksen 9 mukainen laite, tunnettu siitä, että modifiointiyksikköyksikkö (450) on konfiguroitu vastaanottamaan modifiointikomento (452) modifioida lineaarisen indeksitaulukon (430) aktiivista osaa (440); ja

modifiointiyksikköyksikkö (450) on konfiguroitu modifioimaan lineaarisen indeksitaulukon (430) aktiivisen osan (440) alkioita (432-438) modifiointikomennon (452) perusteella.

17. Tietokoneohjelma polygonimallin prosessointiin, tunnettu siitä, että tietokoneohjelma käsittää:

lineaarisen ääripistetaulukon (410), joka on staattinen, ja joka sisältää polygonimallin kuvaelementtien ääripisteet (110A-122A);

lineaarisen indeksitaulukon (430), jonka alkiot (432-438) määrittelevät polygonimallin kuvaelementit (130A-142A) osoittamalla kunkin kuvaelementin (130A-142A) ääripisteisiin (110A-122A), ja joka lineaarinen indeksitaulukko (430) käsittää aktiivisen osan (440), jonka alkioden (432, 434) määrittämät kuvaelementit sisältyvät polygonimallin graafisesti esitettävään osaan; ja

tietokoneella suoritettavat komennot modifioida indeksitaulukon (430) aktiivista osaa (440) polygonimallin graafisesti esitettävään osaan sisältyvien kuvaelementtien (130A, 142A) muuttamiseksi lineaarisen indeksitaulukon (430) lineaarisuus säilyttäen.

18. Patenttivaatimuksen 17 mukainen tietokoneohjelma, tunnettu siitä, että tietokoneohjelma käsittää lisäksi tietokoneella suoritettavat komennot esittää polygonimallin graafisesti esitettävä osa graafisesti.

19. Patenttivaatimuksen 17 mukainen tietokoneohjelma, tunnettu siitä, että tietokoneohjelma käsittää lisäksi tietokoneella suoritettavat komennot korvata lineaarisen indeksitaulukon (430) alkio (432, 436) lineaarisen indeksitaulukon (430) muulla alkiolla (434, 438).

20. Patenttivaatimuksen 17 mukainen tietokoneohjelma, tunnettu siitä, että lineaarinen ääripistetaulukko (410) sisältää kunkin ääripisteen (110A-122A) vain kerran.

21. Patenttivaatimuksen 17 mukainen tietokoneohjelma, tunnettu siitä, että lineaarinen indeksitaulukko (430) käsittää lisäksi passiivisen osan (446), jonka alkioden (436, 438) määrittelemät kuvaelementit kuuluvat polygonimallin graafisesti esitettävän osan ulkopuolelle; ja tietokoneella suoritettavat komennot siirtää lineaarisen indeksitaulukon (430) ainakin yksi alkio (432-438) aktiivisen osan (430) ja passiivisen osan (440) välillä.

22. Patenttivaatimuksen 17 mukainen tietokoneohjelma, tunnettu siitä, että tietokoneohjelma käsittää lisäksi muutostaulukon (470) rekisteröidä lineaariseen indeksitaulukon (430) modifiointi siten, että lineaarinen indeksitaulukko (430) on palautettavissa modifiointia edeltäneeseen tilaan.

23. Patenttivaatimuksen 17 mukainen tietokoneohjelma, tunnettu siitä, että tietokoneohjelma käsittää lisäksi:

tietokoneella suoritettavat komennot vastaanottaa modifiointikomento (452) modifioida lineaarisen indeksitaulukon (432) aktiivista osaa (440); ja tietokoneella suoritettavat komennot muuttaa lineaarisen indeksitaulukon (430) aktiivisen osan (440) kokoa modifiointikomennon (452) perusteella.

24. Patenttivaatimuksen 17 mukainen tietokoneohjelma, tunnettu siitä, että tietokoneohjelma käsittää lisäksi:

tietokoneella suoritettavat komennot vastaanottaa modifiointikomento (452) modifioida lineaarisen indeksitaulukon (430) aktiivista osaa (440); ja tietokoneella suoritettavat komennot modifioida lineaarisen indeksitaulukon (430) aktiivista osaa (440) modifiointikomennon (452) perusteella.



**(57) Tiivistelmä**

Keksintö kohdistuu menettelyyn tietokoneavusteisen polygonimallin prosessointiin, joka perustuu lineaarisen ääripistetaulukon ja lineaarisen indeksitaulukon käyttöön. Polygonimallin graafisesti esitettävää osaa modifioidaan muuttamalla lineaarista indeksitaulukkoa lineaarisen ääripistetaulukon pysyessä muuttumattomana. Etuina saavutetaan tehokas tapa muuttaa polygonimallin graafisesti esitettävää osaa vastaamaan laitteistovaatimuksia.

(Kuvio 2)

1/3  
LY

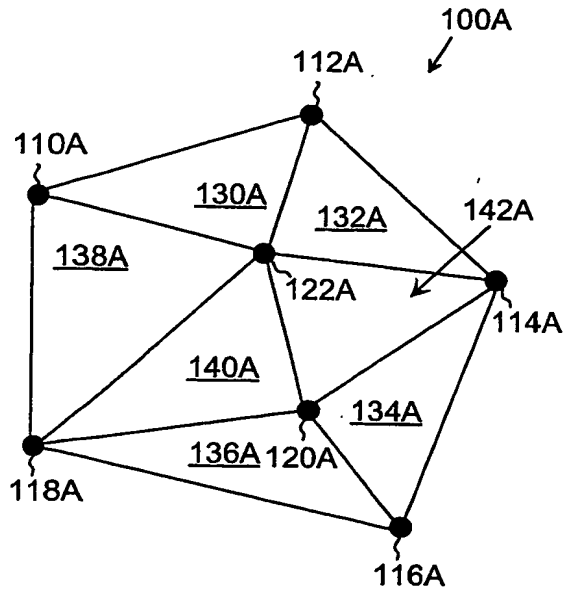


Fig. 1A

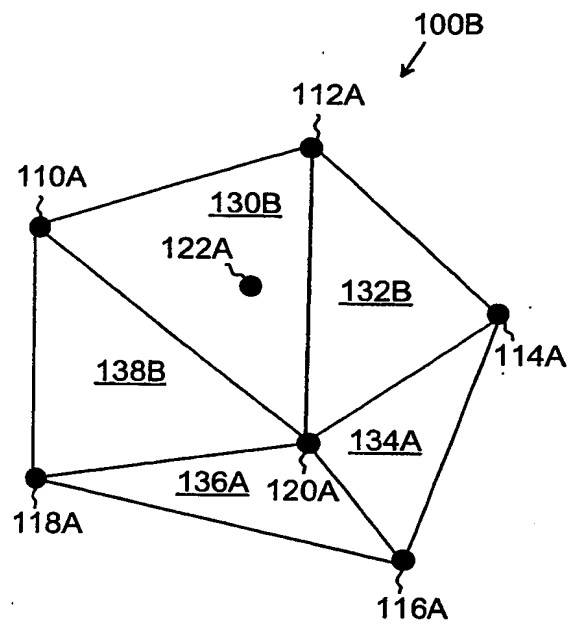


Fig. 1B

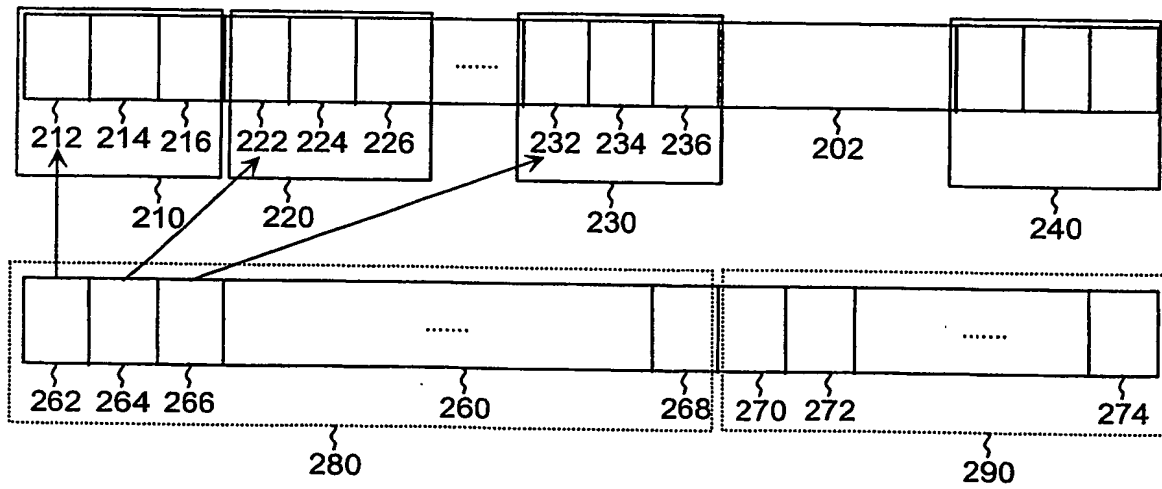


Fig. 2

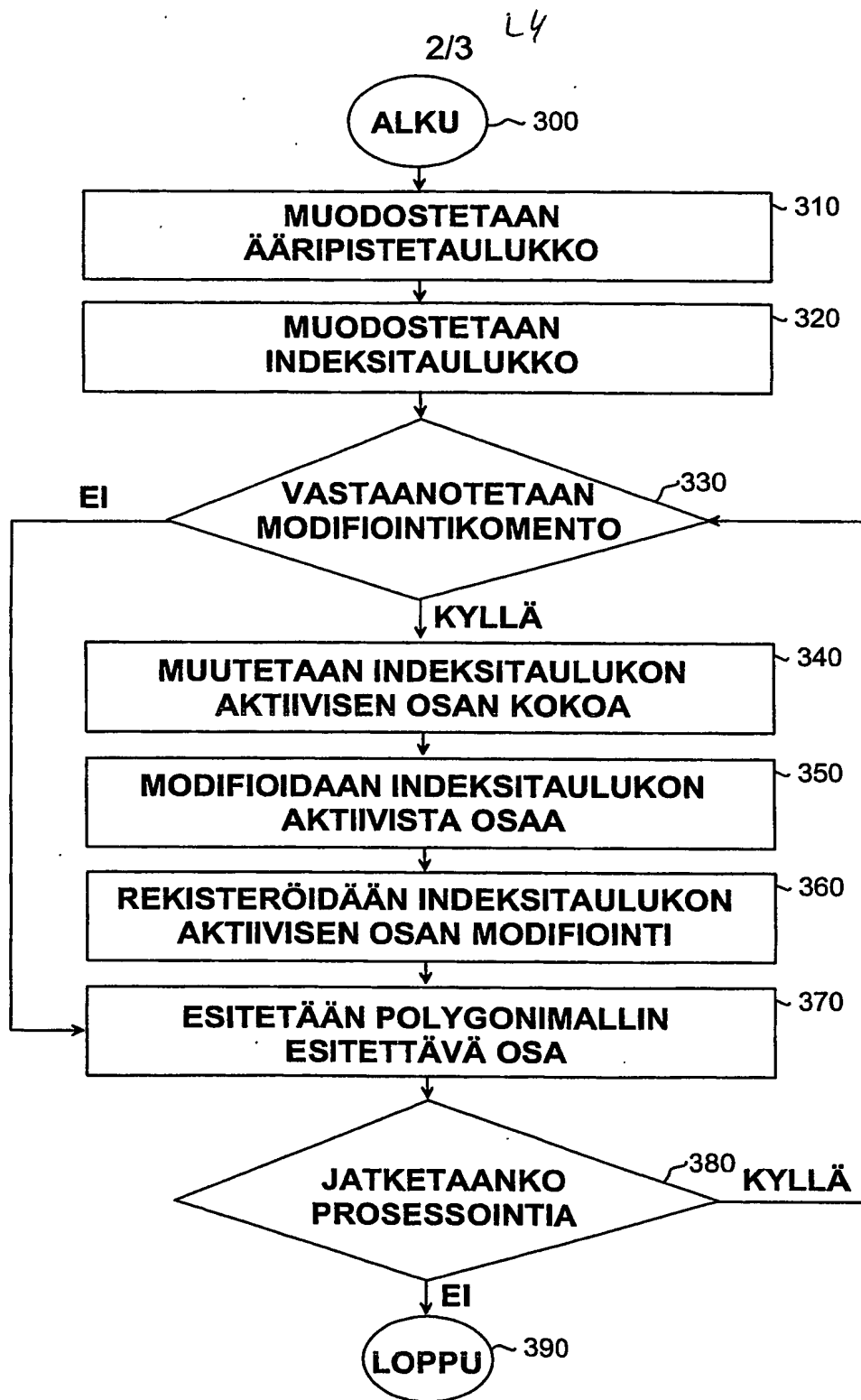


Fig. 3

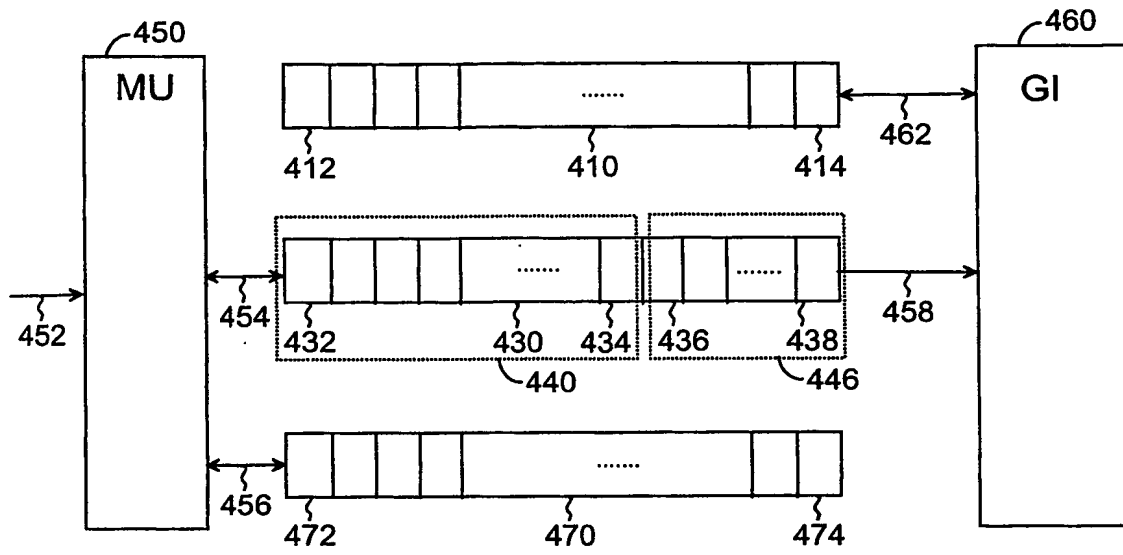


Fig. 4

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**